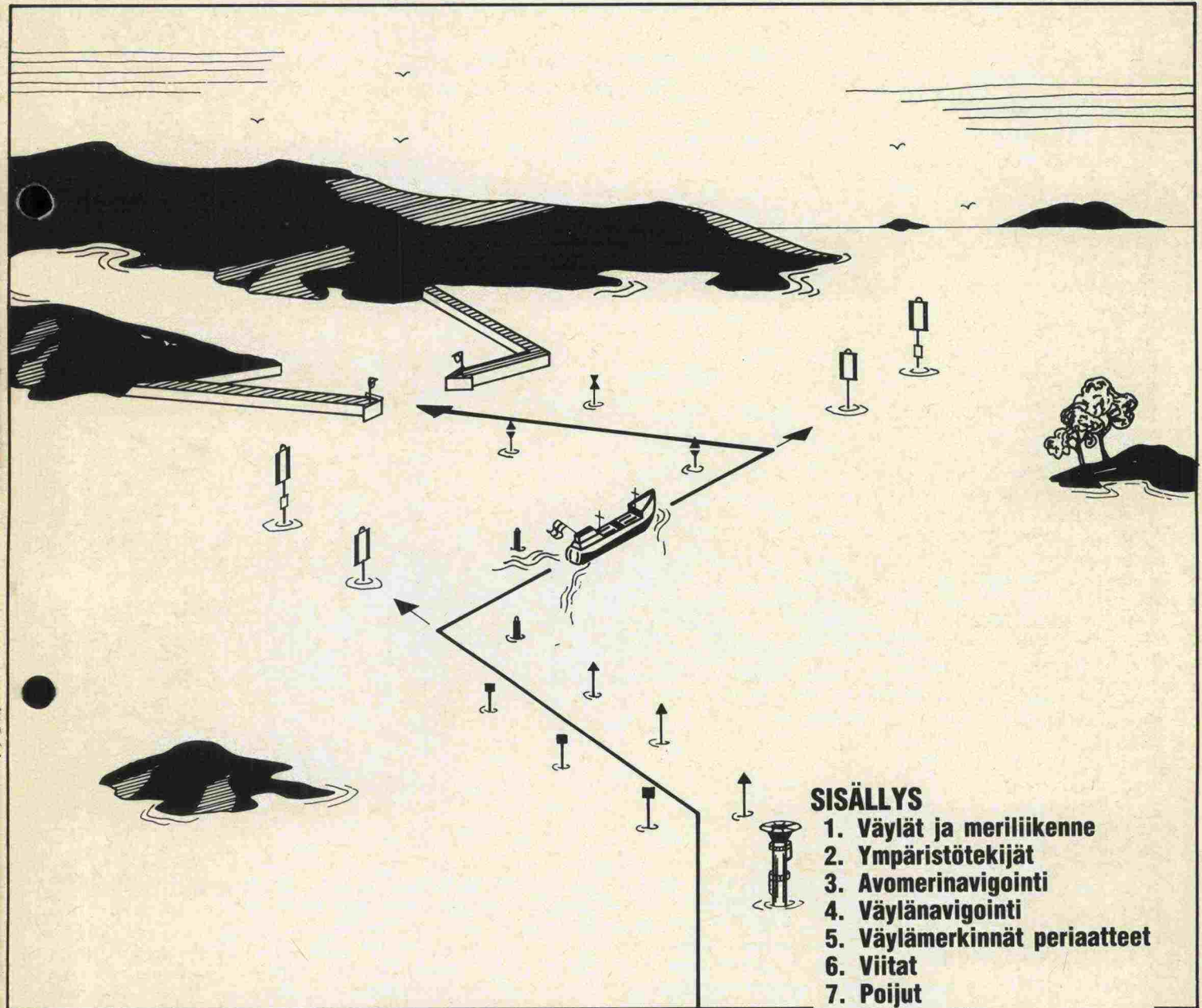


Merenkulun turvalaitteet

Yli-insinööri P.O. SARKKINEN
Merenkulkuhallitus



SISÄLLYS

1. Väylät ja meriliikenne
2. Ympäristötekijät
3. Avomerinavigointi
4. Väylänavigointi
5. Väylämerkinnät periaatteet
6. Viitat
7. Poijut
8. Linjamerkit
9. Reunamerkit
10. Tutkamerkit
11. Majakat
12. Tutkaheijastimet
13. Tutkamajakat
14. Kummelit ja tunnusmajakat
15. Meriväylien rakennusohjelma

1. Väylät ja meriliikenne

Suomessa on merikarttaan merkittyjä ja turvalaittein varustettuja meriväyliä 6 700 km ja sisävesiväyliä 6 100 km. Merenkulun turvalaitteita näillä väylillä on yhteensä noin 21 400 kpl.

Maamme rannikolla on 47 ulkomaanliikenteen satamaa, joista tärkeimmät 22 satamaa toimivat myös talvisin. Merenkulkuhallituksella on 10 jäänmurtajaa, joilla on kyetty pitämään kaikki talvisatamat auki vuodesta 1971 lähtien.

Saimaan vesistössä on lisäksi 10 satamaa, joista on meriyhteys Saimaan kanavan kautta noin 8,5 kuukauden ajan vuodessa.

Ulkomaisten meriliikenteen kokonaismäärä on noin 50 milj. tonnia vuodessa, josta tuontia on 32 milj. tonnia ja vientiä 18 milj. tonnia. Lisäksi kotimaan aluskuljetukset ovat noin 8 milj. tonnia vuodessa.

Noin 86 % tavaraliikenteestä kulkee niiden 19 sataman kautta, joiden tuloväylän kulkusyvyys on 9,0 m tai enemmän. Syvimmat väylät johtavat Sköldvikin öljynjalostamoon (15,3 m) ja Inkoon hiihsatamaan (13,0 m).

Meriväylien rakennustöihin käytetään noin 40 milj. markkaa vuodessa, josta noin 60 % kuluu ruoppaustöihin ja 40 % turvalaitteiden rakentamiseen. Meriväylien käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat noin 50 milj. markkaa vuodessa.

2. Ympäristötekijät

Suomen väylille soveltuvien merenkulun turvalaitteiden kehittämisen erityispiirteet aiheutuvat maamme ankarasta talvesta ja rannikon mataluudesta.

Kaikkiin satamiimme johtavat väylät ovat osan vuodesta jäässä. Vaikein jään tilanne on Kemissä, missä talven pituus on puoli vuotta ja ankarina talvina kiinteän jään paksuus saattaa olla 110 cm.

Helpoin jään tilanne on Hangon väylällä, missä talven pituus on vain pari kuukautta ja ankarimpien talvien kiinteän jään paksuus on noin 80 cm. Maamme rannikon pituus on 1 100 km ja sen edustalla on yli 20 000 saarta ja luotoa.

Saaristoalueella jääkenttä ankkuroituu saariin ja kareihin, joten se pysyy kiinteänä, mutta saariston ulkopuolella jäät liikkuvat ja niistä saattaa muodostua jopa 30 m paksuisia ahtojäävalleja.

Rannikon mataluuden vuoksi satamiin johtavat väylät

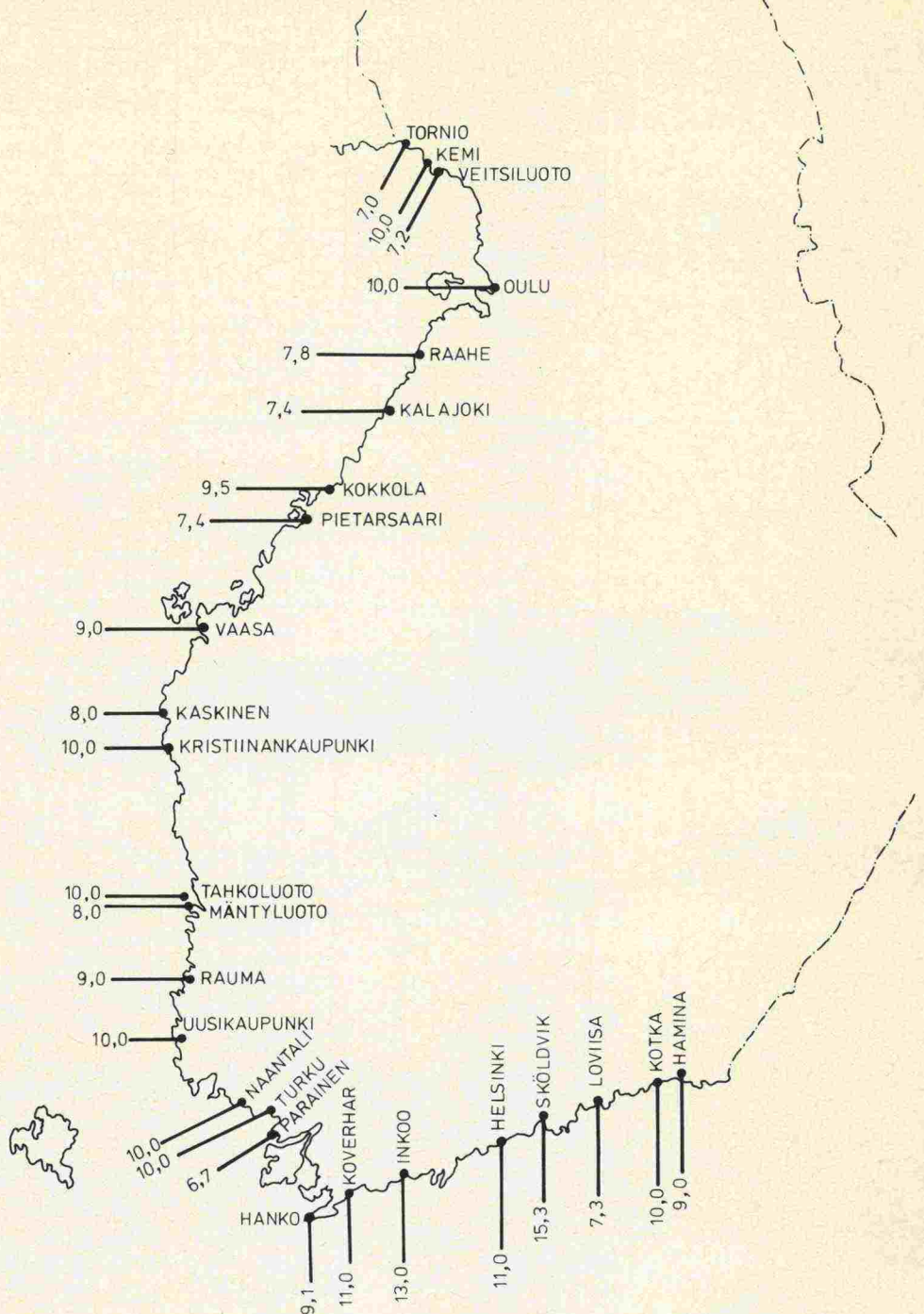
ovat pitkiä. Suomen maa-perä on erittäin kovaa. Monin paikoin kallioperä on paljas tai sitä peittää vain ohut lohkkareinen moreenikerros. Lajittuneet, helposti ruopattavat maalajit ovat harvinaisia.

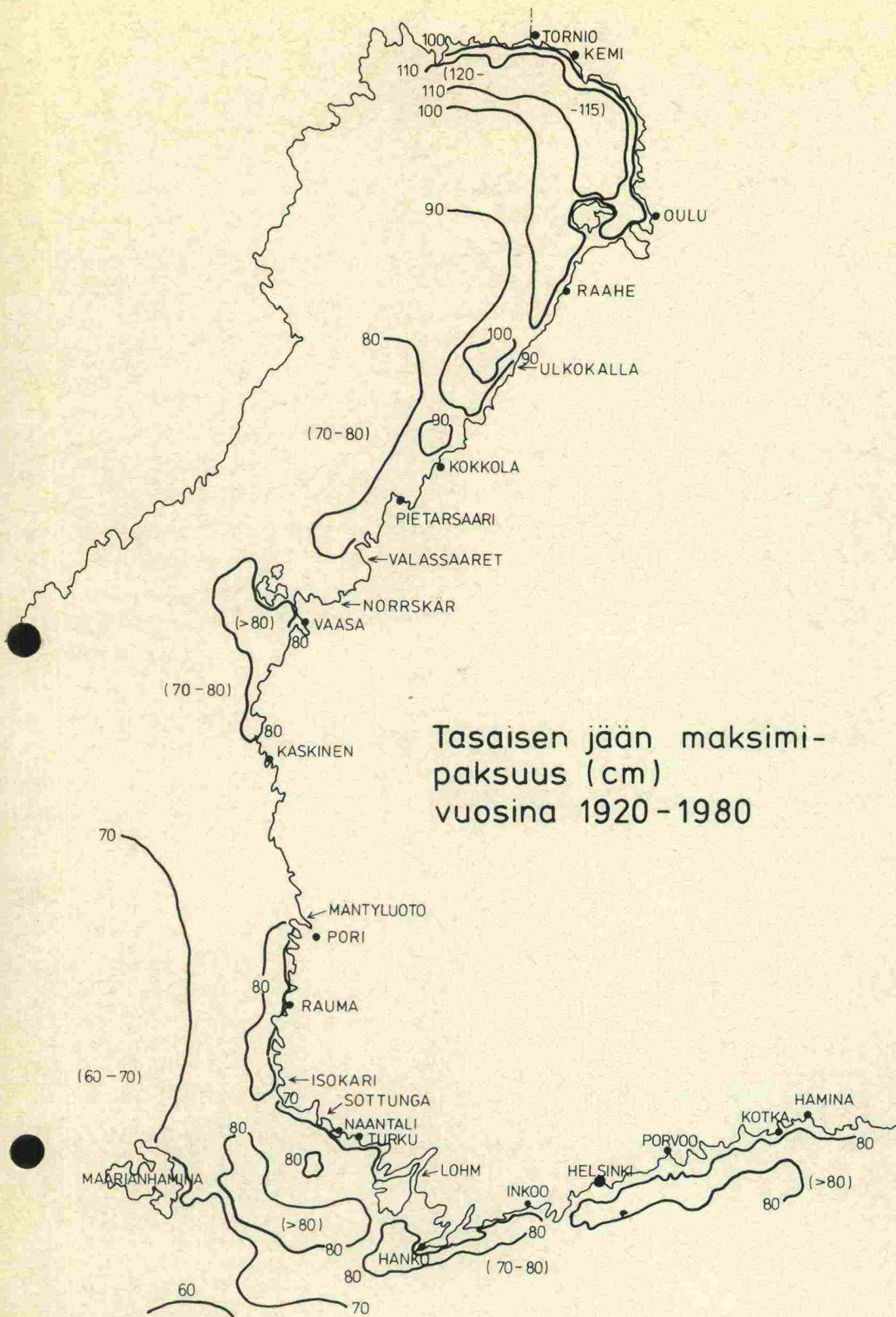
Yleensä väylä joudutaan tekemään korkeiden ruoppauskustannusten vuoksi mahdollisimman kapeaksi, jolloin joudutaan käyttämään korkealuokkaista merkintää. Turvalaitteita on siten rakennettava paljon ja niiden on oltava vaikeissa olosuhteissa toimintavarmoja.

3. Avomerinavigointi

Avomerellä alusten paikanmääritys perustuu Decca-ketjuihin, radiomajakoihin ja majakoihin.

Suomessa on viisi Decca-asemaa, joista kaksi toimii yhdessä ruotsalaisten asemien kanssa. Itämeren alueella paikanmääritystarkkuus on avomerinavigoinnissa riittävä. Virherajat ovat paikasta ja olosuhteista riippuen 20–2 000 m. Epätarkimmat alueet ovat Saaristomeren pohjoisosassa, Selkämeren etelä-





Tasaisen jään maksimipaksuus (cm)
vuosina 1920-1980

osassa ja Hangon länsipuolella.

Avomerinavigoinnissa käytetään paikanmäärityksen varmistukseen radiomajakkoita. Suomessa on 15 radiomajakkaa ja koko Itämeren alueen radiomajakka-asemaverkko on tiheydeltään tyydyttävä.

Saaristoväylien sisääntulo-kohtiin sijoitettujen avomerimajakoiden toimintaetäisyys on yli 20 km, joten rannikon läheisyydessä aluksen paikka voidaan lisäksi määrittää majakoiden avulla visuaalisin menetelmin tai tutkalla.

Avomerinavigoinnissa tulee satelliitteihin perustuva laivojen paikanmääritysjärjestelmä ilmeisesti käyttöön lähivuosina. Uusi järjestelmä tulee Deccajärjestelmän ja radiomajakoiden rinnalle. Se ei ainakaan ennen 1990-lukua kykene syrjäyttämään nykyisiä järjestelmiä. Myös satelliitteihin perustuva navigointijärjestelmä tarvitsee rinnalleen varajärjestelmän.

4. Väylänavigointi

Saaristoväylillä ja satamien sisääntuloväylillä alusten paikanmääritys perustuu kiinteisiin ja kelluviin turvalaitteisiin, jotka sijaitsevat joko väylän reunalinjalla tai väyläalueen ulkopuolella. Reunalinjojen kiinteitä turvalaitteita ovat poijut ja kelluvia turvalaitteita ovat poijut sekä viitat. Väyläalueen ulkopuolelle asetetaan väylän ajolinjoja osoittavia linjatauluja ja linjaloistoja sekä muiksi paikanmäärityksen kiintopisteiksi majakoita, loistoja, tutka-

merkkejä, kummeleita ja tunnusmajakoita.

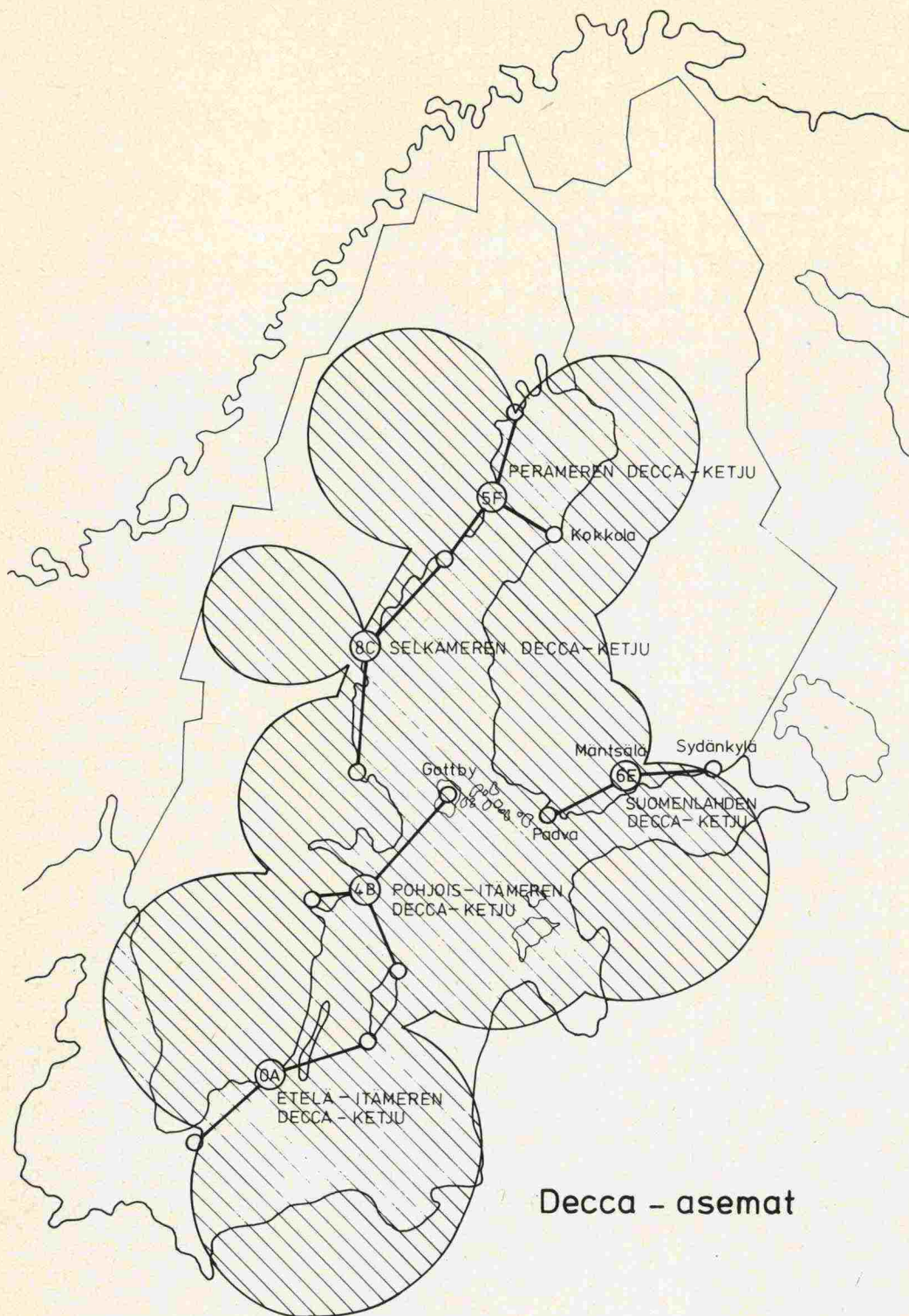
Valoisana aikana hyvän näkyvyyden vallitessa merkit tunnistetaan niiden muodon ja värien peusteella. Yöllä hyvän näkyvyyden vallitessa valaistut merkit tunnistetaan valon värin ja rytmin perusteella tai valonheittäjän avulla paljastuvista heijastimista. Muulloin turvalaitteet etsitään tutkalla. Tutkassa näkyviä turvalaitteita ovat majakat, reunamerkit, tutkamerkit, poijut ja tutkaheijastimilla varustetut linjataulut ja viitat. Erityisen tärkeä tutkassa näkyvä turvalaite varmistetaan sijoittamalla siihen tutkamajakka.

5. Väylämerkinnän periaatteet

Väylät voidaan ajatella merkityiksi kahdentyyppisillä turvalaitteilla. Ns. perusturvalaitteilla, jotka toimivat vaikeimmissakin väylän käyttöolosuhteissa ja ns. aputurvalaitteilla, jotka ovat navigointia helpottavia ja navigoinnin mukavuutta lisääviä turvalaitteita. Perusturvalaitteita on oltava niin paljon, että pelkästään niiden avulla väylänavigointi tapahtuu luotettavasti, mutta turvalaitteita mitoitettaessa oletetaan aluksissa olevan hyväntasoiset navigointilaitteistot. Perusturvalaitteet ovat välttämättömiä, joten niistä saatetaan joutua maksamaan korkea hinta. Aputurvalaitteet ovat sen sijaan harkinnanvaraisia, joten niiden kustannukset eivät saa nousta korkeiksi.

Väylät voidaan jakaa turvalaitteiden laadun perusteella periaatteessa neljään ryhmään:

1. Ympäri vuoden kaikissa olosuhteissa kuljettavat väylät, joilla talviaikana on jäänmurtaja-avustus. Tällaisia väyliä ovat rannikon suuntaiset saariston suojassa kulkevat talviväylät ja talvisatamiin johtavat väylät. Nämä väylät



Decca - asemat

ovat kauppamerenkulun kannalta merkittäviä väyliä.

Näiden väylien perusturvalaitteita ovat liikkuvien jäiden alueella majakat, reunamerkit, tutkamerkit ja tutkassa näkyvät linjataulut sekä kiinteän jään alueella edellisten lisäksi tehokkailla tutkaheijastimilla varustetut poijut (yli 100 cm:n läpimittaiset muoviputkipoijut). Aputurvalaitteita ovat linjamerkit, loistot, poijut, viitat, kummelit ja tunnusmajakat.

2. Väylät, joita käytetään kaikissa näkyvyysolosuhteissa ja myös talvella, mutta joilla ei ole jäänmurtaja-avustusta.

Tällaisia väyliä ovat kaikki alle 7,0 m:n väylät, jotka eivät kuulu ryhmiin 3 ja 4, sekä kauppamerenkulun kannalta merkityksellömät syvemmät väylät.

Näiden väylien perusturvalaitteita ovat liikkuvien jäiden alueella kaikki ryhmän 1 perusturvalaitteet ja lisäksi jääpoijut sekä kiinteän jään alueella yli 20 cm läpimittaiset muoviputkiviitat.

3. Vain avovesiaikana kaikissa näkyvyysolosuhteissa käytettävät väylät. Tällaisia väyliä ovat mm. tärkeät uittoväylät ja tärkeät veneilyn runkoväylät.

Näiden väylien perusturvalaitteita ovat kaikki avovesiaikana tutkassa näkyvät merkit, joita ovat ryhmän 2 perusturvalaitteiden lisäksi kaikki poijut, muoviputkiviitat ja puuviitat, joissa on tutkaheijastin.

4. Vain avovesiaikana käytettävät väylät, joilla liikenne keskeytetään huonoissa näkyvyysolosuhteissa. Tällaisia väyliä ovat mm. pääosa venejauittoväylästä.

Näiden väylien perusturvalaitteina voidaan käyttää kaikkia merenkulun turvalaitteita.

Tällainen ajattelu on aiheuttanut huomattavia muu-

toksia etenkin kauppamerenkulun väylien merkittävää. Näitä muutoksia ovat:

- Kiinteitä reunamerkkejä ja tutkamerkkejä tarvitaan runsaasti liikkuvien jäiden alueella olevilla väylillä.
- Rakennetaan suuria, tehokkaita tutkaheijastimia, jotka on opittu mitoittamaan.
- Linjamerkit pyritään saamaan tutkassa näkyviksi.
- Majakoiden ja loistojen merkitys on vähentynyt ja etenkin suurista valotehoista on mahdollista luopua. Sektoriloistojen rakentamista vältetään.
- Nautofoneista on mahdollista luopua.
- Huonosti paikoillaan pysyviä poijuja ja viittoja on vältettävä. Sen sijaan uudentyyppisten jääpoijujen ja jäässä paikoillaan pysyvien viittojen merkitys on korostunut, kun väylien reunalinjamerkintä on tullut entistä tärkeämmäksi.



Suomen radiomajakat

6. Viitat

Suomen väylillä on kaikkiaan noin 12 500 viittaa, joista noin 7 000 on sisävesiväylillä. Viitoista on noin $\frac{2}{3}$ lateraalijärjestelmässä ja $\frac{1}{3}$ kardinaalijärjestelmässä.

Aikaisemmin kaikki viitat olivat puuviittoja. Nykyisin puisia viittoja on enää 5 000 kpl eli 40 % viitoista. Puuviitoissa käytetään vaahtomuovikelluketta ja 100–400 kg:n painoista kivankkuria. Kaikissa viitoissa on valoheijastimet ja osa meriviitoista on varustettu huippumerkillä. Huippumerkit ovat muovia.

Puuviiat on asennettava joka kevät uudelleen. Vain noin puolet viitoista voidaan kunnostaa. Muut viitat tuhoutuvat talven aikana. Ongelmana on ollut puuviittojen huono paikoillaan pysyminen, joka on johtunut niiden rakenteesta ja kevyestä ankkuroinnista. Nippulautat ja jäät ovat vaurioittaneet niitä tai siirtäneet ne pois paikoiltaan. Nykyisin puuviittoja käytetään toisarvoisilla väylillä, tai väylillä, missä muoviputkiviittoa ei kestäisi liikkuvien jäiden vuoksi.

Noin 10 vuoden ajan on Suomessa kehitetty ja kokeiltu muoviputkiviittoja. Aluksi niitä käytettiin sisävesien uittoväylillä, mutta saatujen myönteisten kokemusten vuoksi niiden käyttö on yleis-

tynyt myös meriväylillä. Suomen väylille asennettiin viitotusudistuksen yhteydessä vuosina 1981–1982 runsaasti muoviputkiviittoja ja vuonna 1983 niitä on yhteensä noin 7 500 kpl eli 60 % kaikista viitoista.

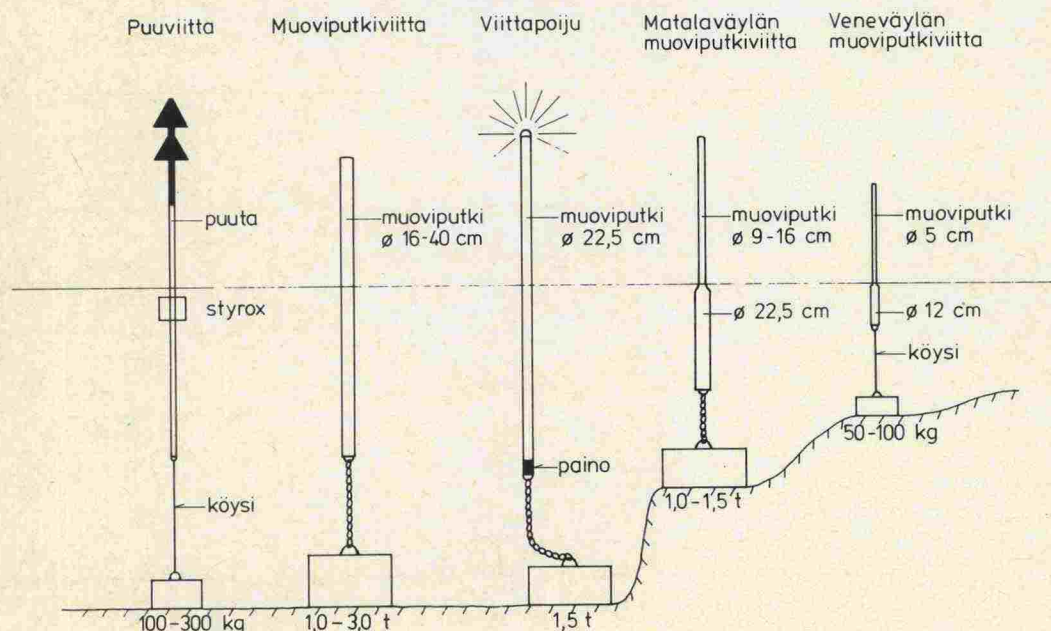
Muoviputkiviitat on valmistettu 40–400 mm:n läpimittaisista muoviputkista. Valtaosa niistä on 160 mm:n tai 225 mm:n läpimittaisia. Viittojen tunnusvärit eivät kulu, sillä väripigmenti on lisätty putkien muovimateriaaliin. Viittojen kokoaminen eri värisistä putkista tapahtuu hitsaamalla. Putkien päät kuumennetaan sulaksi ja ne puristetaan yhteen. Jotta viittaa ei vaurioituessaan uppoaisi, muoviputki on täytetty vaahtomuovilla. Muoviputkiviittojen sisään voidaan asentaa tutkaheijastimet. Tutkaheijastimet asennetaan kaikkiin yli 225 mm:n läpimittaisiin viittoihin ja osaan 160 mm:n muoviputkiviitoista. Valoheijastintunnukset on upotettu putken pintaan tehtyihin uriin, jotta ne kestäisivät nippulautojen ja jään kulutuksen.

Muoviputkiviitat on tarkoitettu pitkäaikaisiksi turvalaitteiksi. Niiden keskimääräisenä ikenä Suomen olosuhteissa pidetään kymmentä vuotta. Muissa kuin veneväylien muoviputkiviitoissa käytetään 1,0–3,0 tonnin painoisia ankkurikappaleita. Tavallisiin 160–225 mm:n muoviputkiviitan ankkuripaino painaa 1,5 tonnia.

Nippulautan tai liikkuvan jään törmätessä viitaan se painuu lautan tai jään alle, mutta ei vaurioidu. Muoviputkiviittojen kestävyys talviolosuhteissa perustuu tehokkaan ankkuroinnin lisäksi myös siihen, että muovin ja jään välisen tartuntalujuus on vain noin 20 % puun tai teräksen ja jään välisestä tartuntalujuudesta.

Koska tavallisten tasapakujen viittojen asennuspaikalla on oltava suhteellisen syvä, on matalille väylille valmistet-

VIITAT



Heijastimet

Kardinaalimerkit

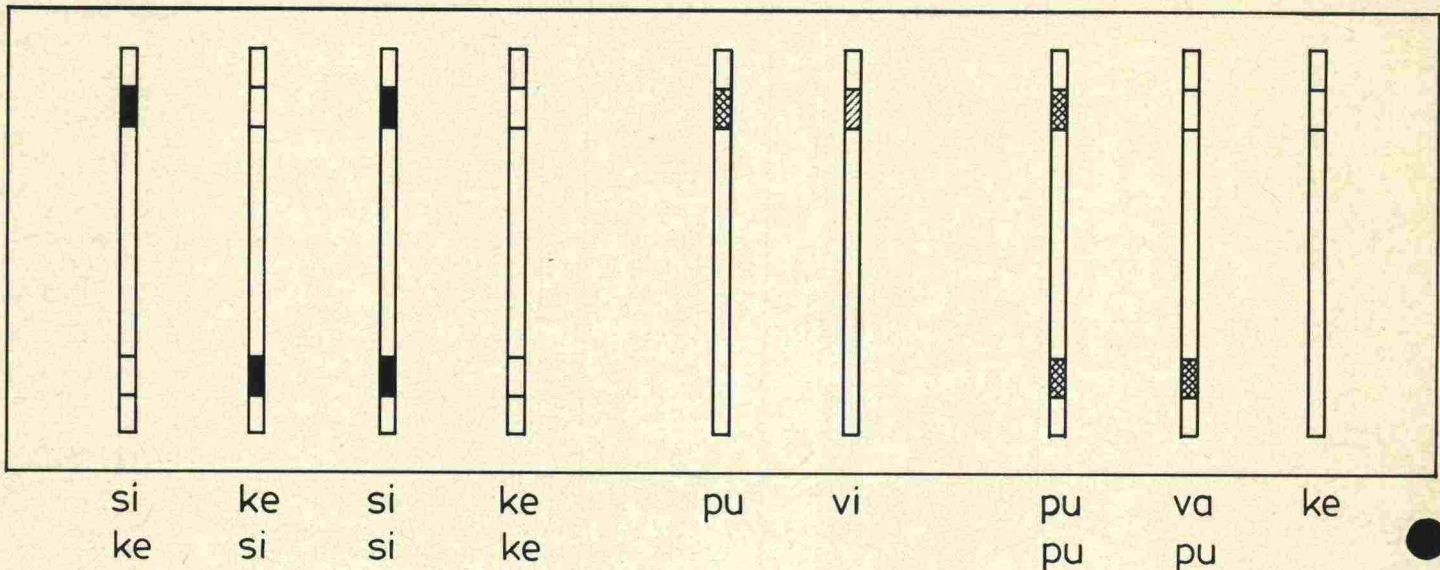
Lateraalimerkit

Muut merkit

Pohjois- Etelä- Itä- Länsi-

Vasen- Oikea-

Kari- Turvavesi- Erikois-



tu erikoisviittoja, joissa vedenalainen kellukeosa on tehty paksummasta putkesta.

Viittaan voidaan asentaa myös valolaite. Tällöin paristot sijoitetaan putken sisään. Valoviitan läpimitta on vähintään 225 mm.

Kansainvälinen viitoitusjärjestelmä (IALA:n viitoitus-säännöt) määrittelee vain väylän reunalinjoille asetettavien turvalaitteiden (viitat, poijut ja reunamerkit) värit, huippumerkkien muodon ja valotunnukset, mutta ei värisävyjä, väriraitojen ja huippumerkkien mittasuhteita, eikä valoheijastintunnuksia.

Mahdollisimman hyvien värisävyjen löytämiseksi tehtiin kenttäkokeita, joiden perusteella on päädytty melko vaaleisiin värisävyihin. Vaalean keltainen (lähellä valkoista oleva väri), oranssi ja vaalean vihreä väri näkyvät etenkin sateessa ja hämärässä muita värisävyjä paremmin.

Kardinaalimerkkien tunnusraitojen mitoituksessa on otettava huomioon aallokon korkeus ja vedenkorkeusvaihtelut, jotta viitat olisivat kaikissa olosuhteissa tunnistettavia. Kardinaalimerkkien huippumerkkien tunnistaminen riippuu paitsi korien koosta ja muodosta myös niiden keskinäisestä etäisyydestä.

Valoheijastinjärjestelmää kehitettäessä on pidetty tärkeänä, että järjestelmästä tulee looginen ja käytännössä toimiva. Lateraalimerkkien tunnuksiksi riittää yksi punainen

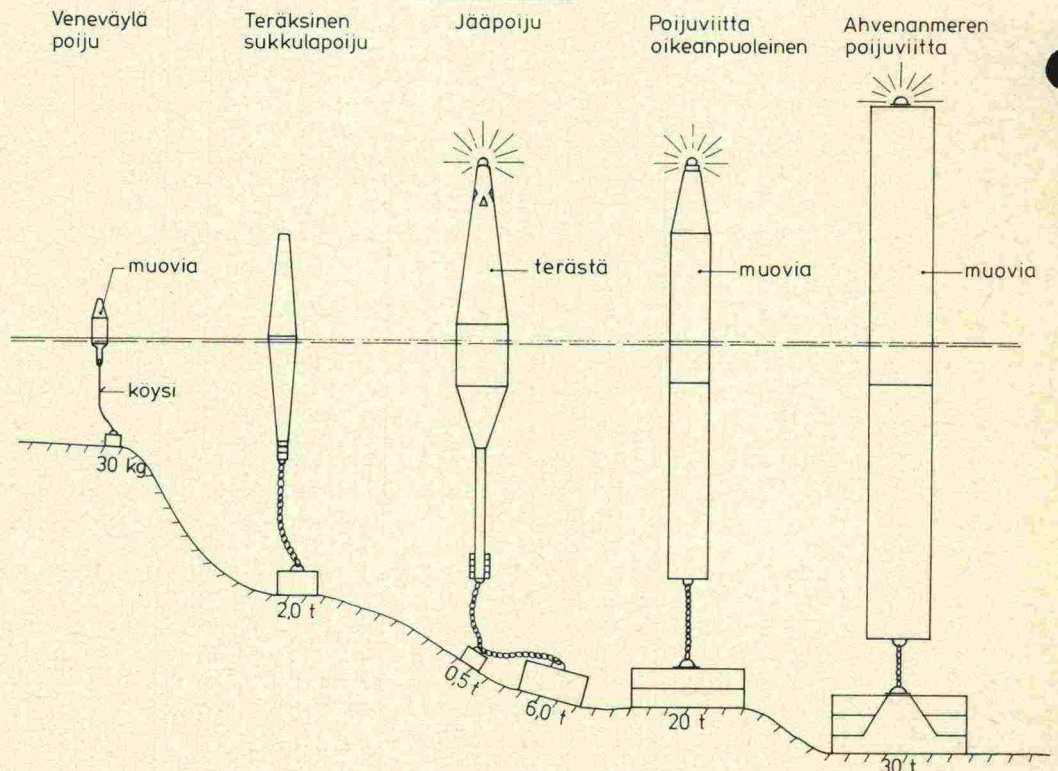
tai vihreä heijastin, mutta neljän kardinaalimerkin tunnistamiseksi on täytynyt ottaa käyttöön kaksiheijastinjärjestelmä, jossa heijastimet määntyvät viitan ylä- ja alapään värien mukaan. Sininen heijastin vastaa mustaa viittaväriä ja keltainen heijastin (Suomessa käytetään valkoista paremman heijastuvuuden vuoksi) vastaa keltaista viittaväriä.

Itse asiassa muuta loogista ja toimivaa järjestelmää ei ole. Heijastimille on saatava riittävästi etäisyyttä, jotta ne erotuisivat toisistaan, minkä vuoksi merkin ylä- ja alapään värien on oltava määräävä heijastintunnusta valittaessa. Toisaalta pieneen rakenteeseen ei mahdu kahta heijastinta enempää.

7. Poijut

Meriväylillä on yhteensä lähes 500 poijuja. Pääosa niistä on teräsrakenteisia poijuja, joita on 1970-luvulla pyritty kehittämään talvisiin olosuhteisiin soveltuviksi. Valolaitteita parantamalla, teräsrunkoa vahvistamalla ja ankkurointia tehostamalla on saatu aikaan jääpoiju, joka kestää

POIJUT



saaristoväylillä vallitsevissa olosuhteissa.

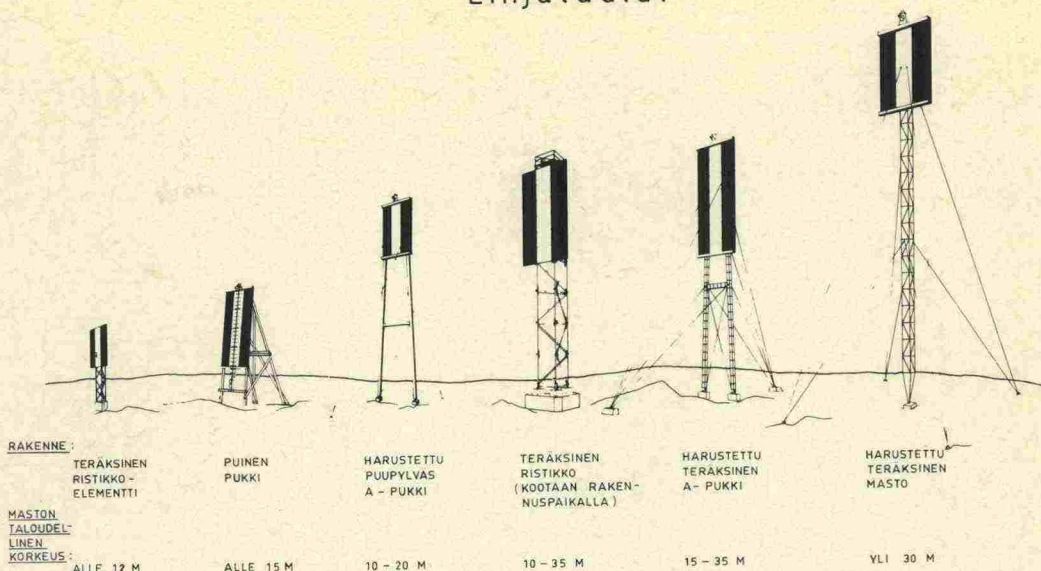
Teräsrakenteisen jääpoijun puutteina ovat huono tutkanäkyvyys ja ankkuroinnista aiheutuva väylän kaventuminen. Teräsrakenteisen jääpoijun ulkopintaan ei voida tehdä riittävän suuria tutkaheijastimia, joiden tutkakaiku ylittäisi jääkentän aiheuttamat häiriökaiut. Väylätilan väheneminen voidaan välttää ankkuroimalla poiju viitan tavoin, jolloin se pysyy tarkalleen asennuskohdassaan. Tällöin poijun muoto on muutettava putkimaiseksi. Myös ankkurointia on tehostettava, sillä pienikin jään liike saattaa poijun kiinnityksen koetukselle.

Jääpoijujen puutteita on ryhdytty poistamaan kehittämällä muoviputkiviitan tavoin toimivia poijuja. Tällöin poijuksi on nimetty kelluvaa turvalaitetta, jonka näkyvän osan (vedenpinnan yläpuolella olevan osan) korkeuden suhde turvalaitteen keskimääräiseen leveyteen on alle 5. Muoviputkipoijun sisään voidaan asentaa valolaiteen vaatimien paristojen lisäksi suuri kokoinen, tehokas tutkaheijastin, sillä muovi läpäisee tutkan lähettämät radioaallot. Muovin ja jään välisen pienen tuntutalouden vuoksi muovisten poijujen oletetaan kestävän liikkuvien jäiden rasitukset teräksisiä poijuja paremmin.

Suomen meriväylille on jo asennettu 60 muoviputkirakenteista jääpoijua. Muoviputkien läpimitta on 100 cm ja poijujen kokonaispituus on 10 metriä. Poijujen valokorkeus on 4,3 m.

Saariston ulkopuolella on tarkoitus kokeilla myös 160 cm:n läpimittaisista muoviputkista tehtyjä poijuja, joiden valokorkeudeksi on suunniteltu 600 cm.

Jääpoijuissa on käytetty ankkuripainoina 6 tonnin betoni- tai kivipainoja. Painon suuruudelle on asetanut rajoituksen käytettävissä oleva asennuskalusto eli väyläalusten nostokyky. Uusien väyläalusten nostokyky on noussut 10 tonniin, mistä johtuen ankkuripainoja on voitu suurentaa. Viitan tavoin ankkuroiduissa poijuissa käytetään huomattavasti painavampia betonisia ankkuripainoja. Ne valmistetaan useammasta 6–10 tonnin painoisesta osasta.



8. Linjamerkit

Maamme väylillä on kaikkiaan noin 4 900 linjamerkkiä. Linjaloisto on 1 800 linjamerkin kassa. Linjamerkit ovat hyvin eritasoisia. Veneväylällä saatava olla vain 2 m:n korkeiset puutaulut, joissa taululevy on 1 m², kun taas kaupparekulan väylän linjataulumasto voi olla yli 40 m:n mittainen teräsmasto, jossa taululevy on lähes 100 m².

Olosuhteet huomioon ottaen on luonnollista, että Suomen väylät on merkitty linjamerkein. Linjamerkit ovat suhteellisen halpoja, kiinteitä ja kestäviä merenkulun turvalaitteita, jotka on yleensä voitua rakentaa rannalle jäiden ulottumattomiin. Linjamerkin huomattavana puutteena on se, ettei linjatauluista ja -loistoista ole apua huonon näkyvyyden vallitessa. Eräät linjat, joiden linjataulut on sijoitettu laakeille luodoille tai tutkan katvealueelle, voidaan tosin merkitä myös tutkassa näkyväksi.

Vaikka tutkanavigointi edellyttää myös muiden turvalaitteiden rakentamista, linjamerkit on tarkoitus edelleen rakentaa kaikille väylälinjoille, jonne ne voidaan sijoittaa edullisesti. Onhan näkyvyys hyvä valtaosan ajasta ja lisäksi väylänavigointi linjamerkien avulla on helppoa ja vaivatonta. Yleensä on tyydyttävä vain linjan kustannuksiltaan edullisemman pään merkintään, vaikka navigointimukavuus lisääntyisi huomattavasti, jos molemmat päät merkittäisiin, sillä takana olevaa linjaa on komentosillalta vaikea tarkkailla.

Linjataulut ja -loistot on mitoitettava siten, että ne nä-

kyvät riittävän kauaksi jo edelliselle ajolinjalle. Eri tyyppisissä aluksissa tarkkailupisteen korkeus vaihtelee huomattavasti. Se voi olla veneessä 1 m ja kauppa-aluksessa 30 m. Linjamerkkien herkkyyden on oltava kapealla väylällä hyvä. Linja on herkkä, jos etumerkki on lähellä käyttöpistettä ja takamerkki on kaukana etumerkistä. Herkällä linjalla voidaan havaita pieni poikkeama linjatauluilla osoitetusta väylälinjasta. Koska taulujen ja loistojen mitoituksessa on monta muuttujaa, laskelmien tekeminen on aikaisemmin ollut hyvin työlästä. Nykyisin ne tehdään vaivattomasti ja nopeasti tietokoneen avulla.

Linjataulujen taululevyt ovat uusissa tauluissa värillisiä, aaltomaisia, läpikuultavia lasikuitulevyjä. Tavallisimpia värejä ovat punainen, keltainen ja valkoinen. Värin valinta riippuu taulun taustasta; katsotaanko sitä esim. kalliota, metsää tai taivasta vasten.

Linjamerkin kustannuksista pääosa aiheutuu mastojen hankkimisesta ja asentamisesta, sillä huomattava osa linjatauluista ja loistoista joudutaan sijoittamaan korkealle. Tämän vuoksi on viime aikoina kiinnitetty erityistä huomiota edullisten sarjavalmisteen mastotyyppien kehittelyyn. Matalat rakenteet (alle 15–20 m) tehdään yleensä puusta ja korkeat mastot 20–45 m) teräksestä. Harustetut mastorakenteet ovat rakennuskustannuksiltaan edullisimpia, mutta olosuhteet eivät aina salli harusten käyttöä. Esteenä voi olla rannalle työntyvät jäät tai harusten vaatiman tilan puute.

Kaasuloistoja on noin 700 kpl. Ne ovat toimintavarmoja, mutta ongelmana on raskaiden asetyleenipullojen kuljetus loistoille, jotka sijaitsevat vaikeakulkuisessa maastossa. Tästä syystä sähköloistojen määrä lisääntyy. Muutoksessa on verkkovirta aina etusijalla. Paristoja on käytetty etenkin sisävesiväylien linjaloistojen energialähteenä, koska liikenne siellä keskeytyy talven vuoksi tammi-huhtikuun ajaksi. Paristokäyttöisiä linjaloistoja on 650 kpl. Suomessa on myös jonkin verran kokeiltu tuuligeneraattoreita ja aurinkokennolaitteistoja. Ne ovat osoittautuneet myös meidän olosuhteissamme riittävän toimintavaroiksi ja edullisia ne saattavat olla, etenkin silloin kun verkkovirtaa ei ole käytettävissä ja useammalle loistolle voidaan tuottaa energia samassa pisteessä.

Lyhyillä linjoilla, joilla etäisyys etäisimmästä käyttöpisteestä takatauluun on alle 4 km, voidaan linjaloistojen sijasta käyttää linjaheijastimia. Tällaisilla linjoilla linjataulujen keskikaista päällystetään kokonaan korkealuokkaisella valoheijastavalla kalvolla. Heijastavissa linjatauluissa reunaloistot on tehty punaisesta Parawell-levystä riittävän päivänäkyvyyden saavuttamiseksi.

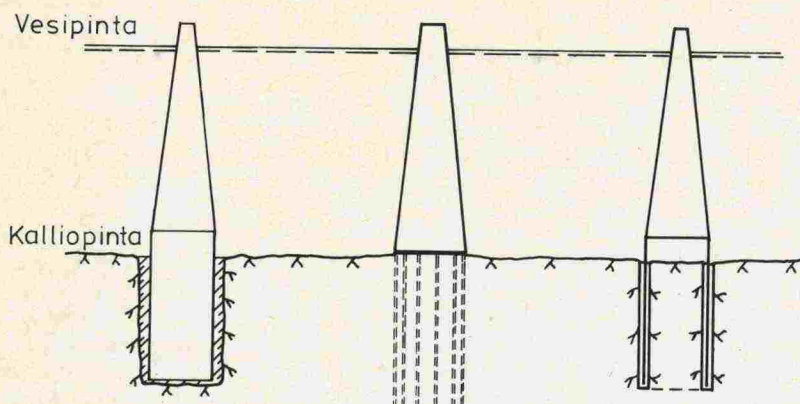
9. Reunamerkit

Reunamerkki on väylän reunalinjalle tai sen välittömään läheisyyteen rakennettu kiinteä turvalaite, jossa on viitotusjärjestelmän mukaiset tunukset. Koska kiinteät veteen

Veteen rakennettavat turvalaiteperustukset

TERÄSRAKENTEISET PERUSTUKSET

Kallioperustukset

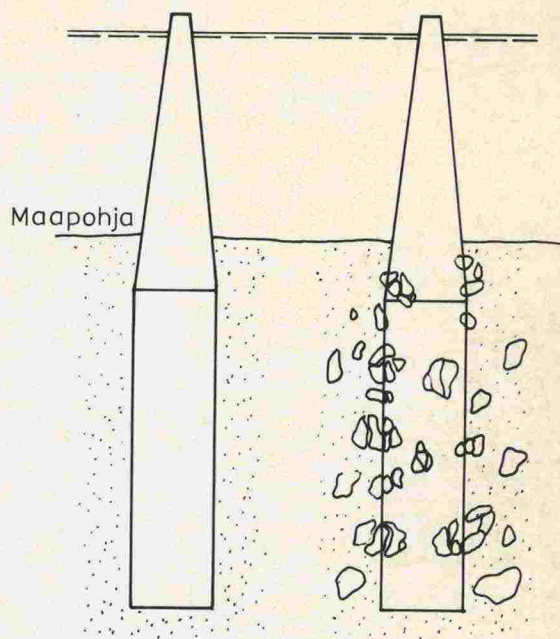


TYYPPI: Louhittu
kuoppa

Poratut
reiät

Porattu
kehä

Kitkamaaperustukset

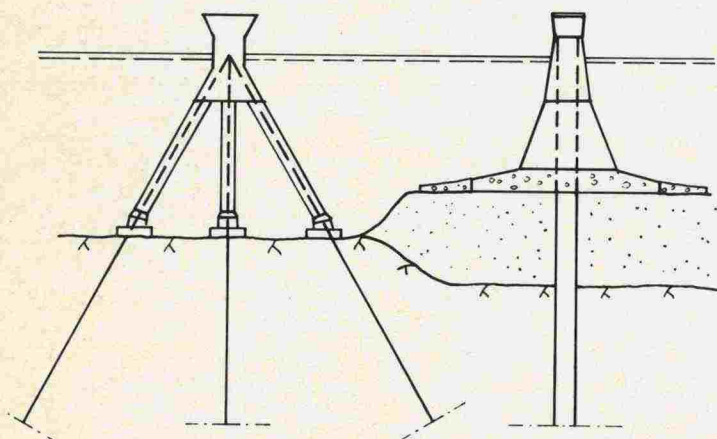


Paalutettu

Maapohja pehmi-
tetty räjäyttämällä
ennen paalutusta

BETONIRAKENTEISET PERUSTUKSET

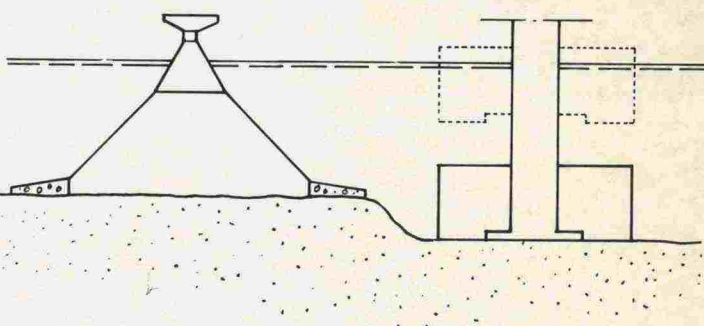
Kallioperustukset



TYYPPI: Esijännitetty
kolmijalka

Esijännitetty
pohjalaatallinen

Kitkamaaperustukset

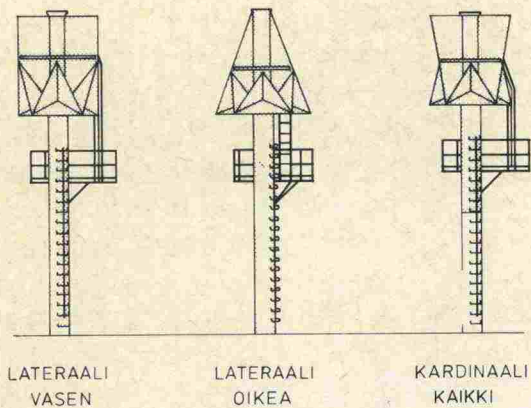


Uitettava kasuuni
tai uitettava
teräsmuotti

Uitettava
teleskooppirakenne

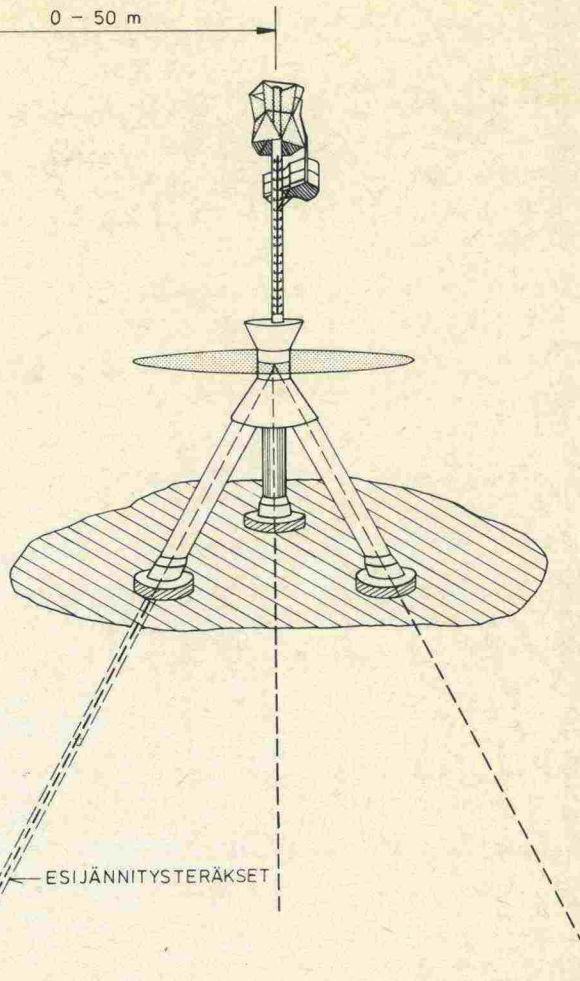
Reunamerkit

TERASRAKENTEISTEN MERKKIEN ULKONAKO

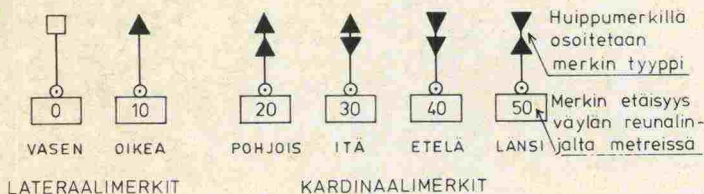


VÄYLÄN REUNALINJA

0 - 50 m



Karttamerkit



perustettavat merkit ovat liikuvista jäistä johtuen kalliita, kustannussyistä on jouduttu sallimaan reunamerkin rakentaminen 0-50 m:n etäisyyteen väylän teoreettisen reunalinjan ulkopuolelle. Väylän ulkopuolelta on yleensä mahdollista löytää merkeille rakennuskustannuksiltaan edullisempi perustamispaikka kuin väylän reunalinjalta. Edullisuuteen vaikuttavat tekijät ovat vesisyvyys ja maaperän laatu. Leveimmälläkään väylällä reunamerkki ei siis voi olla 50 m etäämpänä väylän reunalinjasta. Jotta merenkulkija tietäisi väylän reunalinjan tarkan sijainnin reunamerkin kohdalla, merikartoissa on ilmoitettu reunamerkin keskipisteen etäisyys metreissä väylän reunalinjasta.

Reunamerkit ovat liikkuvien jäiden alueella sijaitsevien väylien tyypillisiä turvalaitteita. Kun väyliä syvennetään, ne myös pitenevät ja ulottuvat yhä kauemmaksi saariston ulkopuolelle. Näin reunamerkkien rakennustarve kasvaa. Suomessa on kymmenen viimeisen vuoden aikana rakennettu lähes sata reunamerkkiä.

Reunamerkkien kallein osa on perustus eli se osa rakenteesta, joka on vedenpinnan alapuolella. Sen vuoksi erityistä huomiota on kiinnitetty uusien, halpojen perustustyyppien kehittelyyn. Perustamisolosuhteista riippuen perustuksena on käytetty teräsrakenteisia pilareita ja suurpaaluja, esijännittämällä kalliin kiinnitettyjä betonipukkirakenteita, merellä betonoitavia teräsmuotteja sekä kasuunirakenteita. Perustukset on pyritty suunnittelemaan niin, että rakenteille aiheutuvat jääkuormat tulevat mahdollisimman pieniksi ja merellä tehtävät työt jäävät vähäisiksi ja lyhyen työajan vaativiksi. Näin on päädytty vanhoja rakenteita huomattavasti kevyempiin parustuksiin. Etenkin teräsrakenteiset perustukset ovat hyvin hoikkia rakenteita. Niiden läpimitta vedenpinnassa on vain 1,0 m:n suuruusluokkaa. Rakenteen etuna on, että liikkuva jääkenttä leikkautuessaan rakennetta vasten aiheuttaa suhteellisen pienen kuormituksen rakenteelle, mutta haittana on, että leikkautuva jää panee hoikan rakenteen voimakkaaseen värähdysliikkeeseen. Perustuk-

sen värähtely on otettava huomioon ylärakennetta ja sinne tulevia laitteita suunniteltaessa.

Reunamerkkien ylärakenne, eli vedenpinnan yläpuolinen osa rakenteesta, tehdään yleensä teräksestä, vaikka perustus olisikin betonia. Kaupparenkulun väylillä ylärakenteen korkeus on tavallisesti ollut 12 m. Ylärakenne on varustettu viitoitusjärjestelmän mukaisin tunnuksin. Reunamerkit ovat siten joko lateraali- tai kardinaalimerkkejä. Väri-, valo- ja valoheijastintunnuksia käytetään kaikissa reunamerkeissä. Suurikokoisissa reunamerkeissä huippumerkkejä ei ole pidetty välttämättöminä. Ne on asennettu vain kaikkiin lateraalimerkkeihin. Sen sijaan on pidetty tärkeänä reunamerkkien toimimista hyvänä tutkamaalina.

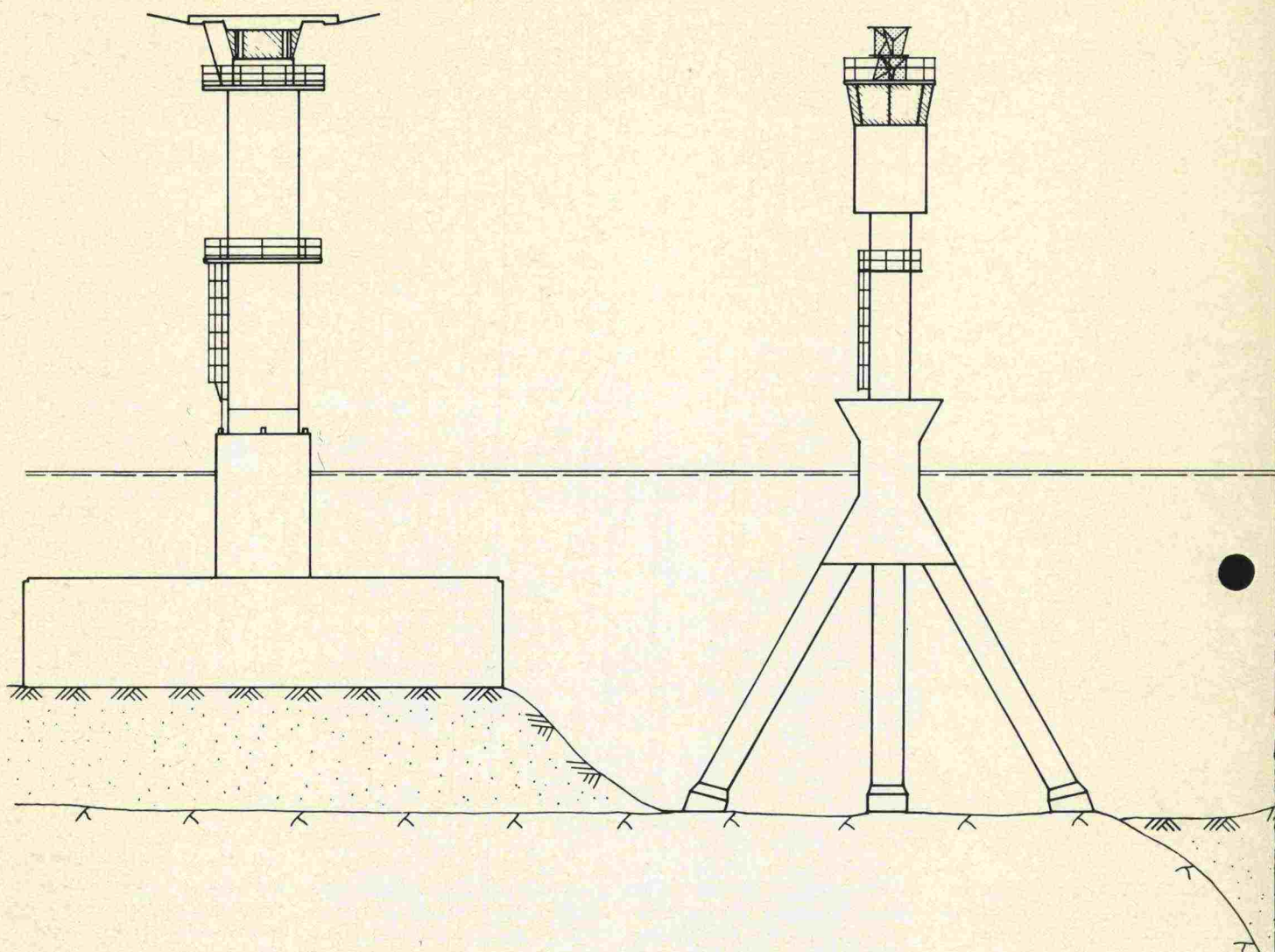
Reunamerkkeihin on sijoitettu kuusi heijastinsoppea, joiden särmän pituus on tavallisesti 100 cm. Tällainen tutkamaali näkyy, jos se ei ole tutkan katvealueella, kaikkiin suuntiin yli 10 km:n etäisyyteen, vaikka tutkanäkyvyyttä rajoittaisi sade tai rikkonainen jääkenttä. Lateraalisisissa

merkeissä heijastinsopet on voitu sijoittaa huippumerkki-siivekkeiden väliin. Kardinaalimerkeissä selkeän huippumerkkitunnuksen tekeminen on hankalaa, jos ei luovuta tehokkaista tutkaheijastimista tai valolaitteen huoltoa varten tarvittavasta turvallisesta kulkutiestä.

Reunamerkkien huipulle asennetaan valolaitte, jonka on kestävä voimakasta värähtelyä. Kiihtyvyys teräsrakenteisen reunamerkin huipussa voi olla jopa 20 g (200 m/s²). Tähän tarkoitukseen kehitetty valolaitte kiinnitetään teräsköysistä muodostetun vaimentimen varaan. Suomessa valmistetaan reunamerkkien valolaitteita kahta kokoa. Polttimon teho on 2-10 W ja valolaitteen valovoima valkoisella valolla on 40-500 cd, jolloin valonkantomatka on 7-15 km. Valolaitteet ovat tavallisesti paristokäyttöisiä. Paristokotelot sijoitetaan tutkaheijastimien alapuolelle. Sijoituspaikka on valittu siten, että paristokoteloiden värähtelyt jäävät mahdollisimman pieniksi. Kiihtyvyys paristokoteloiden kohdalla merkkirungossa on enintään 5-10 g.

Betonimajakka

Ylä rakenne terästä
Alarakenne betonia



Majakat

10. Tutkamerkit

Kiinteää turvalaitetta, jonka päätehtävänä on tutkamaalina toimiminen, ja joka ei ole reunamerkki, nimitetään tutkamerkiksi. Tutkamerkki sijaitsee 50–5 000 m:n etäisyydellä väylän reunalinjasta.

Tutkamerkin perustaminen poikkeaa reunamerkistä siinä, että tutkamerkin paikka on vapaammin valittavissa. Tutkamerkille on usein löydettyissä perustamisolosuhteiltaan edullinen paikka, jossa vesisyvyys on pieni tai se voidaan sijoittaa rannalle esimerkiksi laakealle ulkoluodolle. Vesialueelle rakennettavien tutkamerkkien perustukset ovat periaatteessa samanlaisia kuin reunamerkkien perustukset.

Tutkamerkin ylä rakenne poikkeaa reunamerkin ylä rakenteesta etenkin siinä, ettei tutkamerkissä käytetä viitoitusjärjestelmän tunnuksia. Koska tutkamerkki toimii visuaalisestikin tärkeänä purjehdusmerkinä, sen tunnusväreiksi on valittu valkoinen ja oranssi, jotka erottuvat hyvin meriympäristössä.

Tutkamerkkien tutkaheijastimen koko ja sen asennuskorkeus määrätään merkin sijoituspaikan mukaan. Hyvän heijastimen sopen särmä on 100–150 cm ja tavallinen heijastimen korkeus on 10–20 m meren pinnasta.

Jos tutkamerkki sijaitsee lähellä väylää, siihen asennetaan myös valolaitte. Valolaitteena käytetään samoja valo-

laitteita kuin reunamerkeissä, mutta valotunnus tehdään viitoitusjärjestelmän tunnuksista poikkeavaksi.

Tutkamerkki on hyvä kiinteä turvalaite ja se on rakennus- ja kunnossapitokustannuksiltaan edullinen. Sen vuoksi niitä tullaan meriväylillemme rakentamaan runsaasti lisää 1980-luvun aikana.

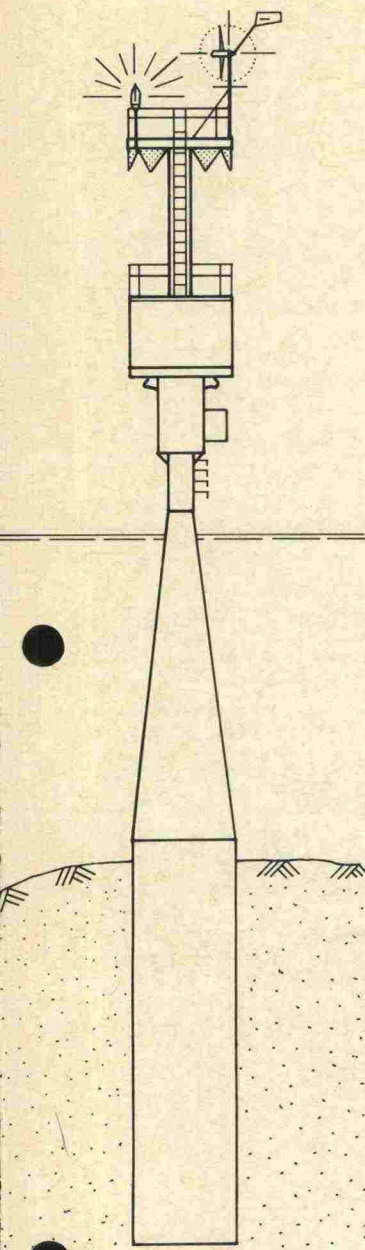
11. Majakat

Majakka sijoitetaan tavallisesti avomerelle yksinäiselle matalalle tai paikkaan, josta väylä alkaa. Suomessa on 46 avomerimajakkaa. Majakan tärkein ominaisuus on ollut suuri valoteho. Huonoa näkyvyyttä varten majakat on va-

rustettu äänimerkkiantolaittein. Molemmat toiminnot kuluttavat runsaasti energiaa ja tarvitsevat hyvää huoltoa. Ulkomerellä energian tuottaminen ja tehokas laitteiden huolto on kallista.

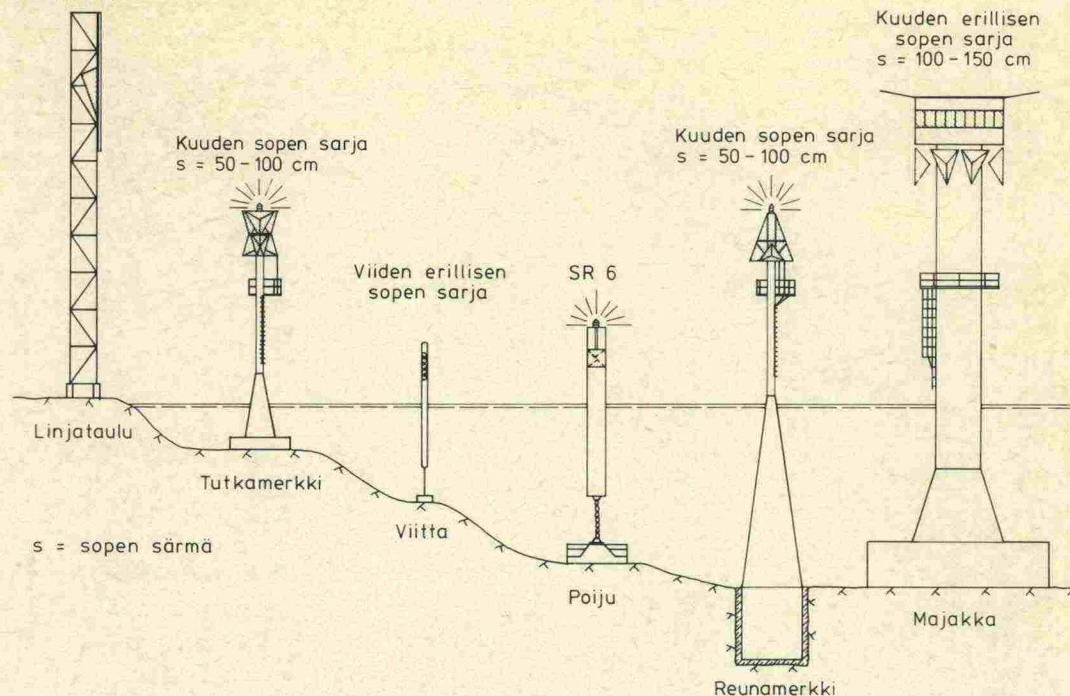
Pääosa Suomen majakoista on kaasukäyttöisiä. Kaikki majakat on automatisoitu. Käyttöhenkilökuntaa ei siis majakoissa ole. Majakoiden huollon varmistamiseksi useat avomerimajakat on viime vuosina varustettu helikopteritasolla. Korjausten nopeuttamiseksi on laadittu suunnitelmat kaikkien majakoiden keskitetystä kaukovalvontajärjestelmästä. Sen perusosat ja ensimmäisten majakoiden kaukovalvontalaitteiden prototyyppi on rakenteilla.

Teräsmajakka



Majakoiden merkitys on laivojen navigointilaitteistojen kehittyessä huomattavasti vähentynyt. Useista majakoista on poistettu naufonit ja jäljellä olevat kuusi naufonia poistettaneen käytöstä lähivuosien aikana. Tarkoituksena on myös yksinkertaistaa majakoiden valolaitteita ja pienentää niiden energiankulutusta, mikä merkitsee samalla majakoiden valotehon huomattavaa alenemista. Riittävä valoteho on 1 000–10 000 cd, jolloin valonkantomatka on noin 20 km. Majakoiden valotehoa pienennettäessä on huolehdittava samalla niiden tutkamaaliominaisuuksien parantamisesta.

Suunnattu soppi
s = 100–150 cm



Suomessa rakennetut uudet majakat ovat itse asiassa lisälaitteilla varustettuja tehokkaita tutkamerkkejä. Niiden tavallisimpia lisälaitteita ovat parannettu valolaitte ja tutkamajakka.

Majakkarakenteiden kehitystyö on tapahtunut samanlaisesti muiden vesialueille rakennettujen kiinteiden turvalaitteiden kehittämisen kanssa. Suomen rannikon mataluudesta ja majakoiden merkityksen muuttumisesta johtuu, että kaikki viime vuosikymmeninä rakennetut majakat on sijoitettu vesialueelle.

Majakoiden perustukset ovat periaatteessa samanlaisia kuin reunamerkkien perustukset. Ylärakenteiden suunnittelussa on oleellisenä erona se, etteivät arat majakkalaitteet kestä suuria kiihtyvyyksiä. Kaasumajakoiden laitteiden kiihtyvyys saa olla enintään 0,5 g (5 m/s²). Tämä voidaan saada aikaan joko rakentamalla riittävän jäykkä majakkaperustus tai jousittamalla majakan ylärakenne siten, että jäiden alarakenteelle aiheuttamat liikkeet vähenivät. Suomessa on toiminnassa kolme jousitettua rakennetta, joista uusin on Nukkujanmatalan majakka Kemin väylällä, missä jäiden rasitukset ovat kaikkein ankarimmat.

Majakoiden ulkonäkö poikkeaa toisistaan. Ne maalataan omilla mahdollisimman kauaksi näkyvillä tunnusväreillä. Värien valinnassa on pidettävä mielessä, että maja-

Tutkaheijastimet

koiden värien on poikettava reunamerkkien väreistä. Majakoissa ei siten käytetä viitoitusjärjestelmän väritunnuksia.

12. Tutkaheijastimet

Paras passiivinen tutkaheijastin on Lunebergin linssi, mutta sen käyttöä rajoittavat erikoisesta rakenteesta aiheutuvat korkeat valmistuskustannukset.

Yksinkertaisista tutkaheijastimista tehokkain on soppiheijastin. Heijastinsoppi muodostuu kolmesta suorakulmaisen ja tasakylkisen kolmion muotoisesta metallilevystä, jotka on liitetty kohtisuorasti toisiinsa vastaan. Soppiheijastin pystyy heijastamaan tehokkaasti radioaaltoja $\pm 30^\circ$ kulmassa sekä pysty- että vaakatasossa. Jos tutkaheijastimen pitää antaa mahdollisimman tasainen heijastus vaakatasossa kaikkiin suuntiin, heijastin on koottava viidestä tai kuudesta sopesta. Tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että soppien lukumäärän kasvattaminen ei tasoi ta heijastuskuvioita, van päinvastoin lisää minimikohtien lukumäärää interferenssin vaikutuksesta.

Tutkaheijastimen kykyä heijastaa signaali takaisin kuvataan tutkamaalin kaikipinnalla. Soppiheijastimen maksimikaikipinta (K), voidaan laskea kaavasta

$$K = v \lambda \frac{s^4}{2}$$

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden sopen sarja
s = 50–100 cm

SR 6

Poiju

Reunamerkki

Majakka

Viitta

Tutkamerkki

Linjataulu

s = sopen särmä

Kuuden sopen sarja
s = 50–100 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

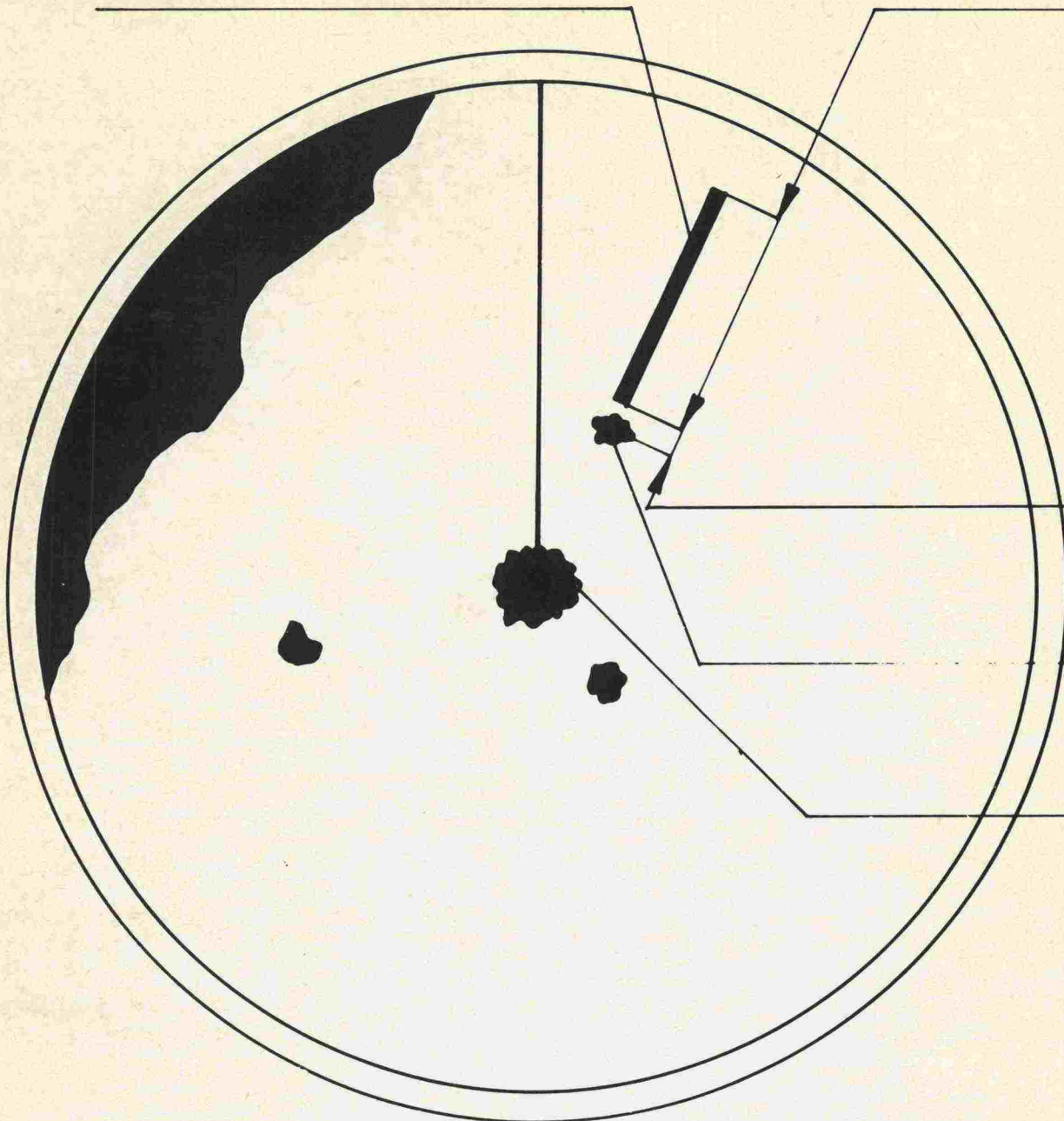
Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Kuuden erillisen sopen sarja
s = 100–150 cm

Racon merkki



Racon laivatutkan kuvapinnalla

cm siitä ei enää saavuteta mainittavaa hyötyä. Heijastimen sijoituskorkeus ja sopien suuntaus on harkittava olosuhteisiin sopivaksi.

Linjamerkeissä käytetään yhtä linjan suuntaan suunnattua soppea, joka sijoitetaan tavallisesti lähelle maston huippua linjataululevyjen taakse. Linjataulu voi toimia tutkamaalina, jos se sijaitsee vesialueella, laakealla luodolla tai tutkan katvealueella. Tutkan katvealueella heijastin on sijoitettava niin korkean maston huipulle, että tutka-antennista avautuu yh-

teys katveen aiheuttaman esteen yli.

Merenkulun turvalaitteiden kehitystyössä on viime vuosien tärkein tavoite ollut turvalaitteiden tutkanäkyvyyden huomattava parantaminen.

13. Tutkamajakat

Tutkamaalin toimimista voidaan parantaa tutkamajakalla. Varmistettu maali toimii kiintopisteenä tutkakuvaa katsottaessa. Tutkamajakan tarkoituksena on poistaa erehdyshälytysalueita, mis-

sä on useita samankaltaisia tutkamaaleja.

Merenkulkuhallituksella on käytössä 51 muuttuvataajuisia tutkamajakkaa, jotka tulevat näkyviin näyttölaitteeseen 90 sekunnin välein tutkan 2–3 antennikierroksen ajaksi. Suomessa on lisäksi valmistettu 2 kpl sellaisen kiinteätaajuisen tutkamajakan prototyyppiä, joka pysyy jatkuvasti näkyvisä laivatutkan näyttölaitteessa. Tutkamajakka mittaa vaikutusalueella olevan laivatutkan taajuuden ja lähettää vastauksen samalla taajuudella

koko sen ajan, jonka laiva on lähistöllä.

Tutkamajakat ovat kehitysmässä käyttäjävalintaisiksi, mikä tarkoittaa sitä, että navigaattori saa tutkamajakan näkyviin laivatutkan näyttölaitteeseen haluamanaan aikana.

14. Kummelit ja tunnusmajakat

Kummeleilla ja tunnusmajakoilla ei ole enää merkitystä kauppa-alusten navigoinnissa, mutta ne saattavat olla tärkeitä turvalaitteita muulle vesiliikenteelle.

Merkin pituus ~ 1 M

Viive ~ 50 - 100 M

Racon ja tutkaheijastin

Laiva

Vene- ja uittoväylille on kehitelty uudentyyppistä kummelia. Vanhan valkoiseksi kalkitun kivilatomuksen ja valkoiseksi maalatun hirsiarikon sijaan on tarkoitus rakentaa liikennemerkkien tapaisia kummeleita. Kummelin heijastava, jalkojen varaan nostettava tauluosa näkyy valoisana ja pimeänä aikana. Lisäksi kummelit on tarkoitus varustaa paikanmäärityksen varmistavalla tunnuksella, joka olisi myös merikartoissa.

15. Meriväylien rakennusohjelma

Merenkulkuhallitus on vahvistanut meriväylien rakennusohjelman vuosille 1983–1992. Ohjelman laatimiseen ovat osallistuneet merenkulkuhallituksen edustajien lisäksi tie- ja vesirakennushallituksen, kauppa- ja teollisuusministeriön, Suomen Satamaliiton, Suomen Varustamoyhdistyksen ja Teollisuuden Keskusliiton edustajat. Meriväyläohjelma perustuu vuosina 1979–1982 tehtyihin laajoihin selvi-

tyksiin ja tutkimuksiin, joista mainittakoon

- rannikon kauppasatamien väylätarpeiden selvitys,
- alusten kehitysarvioiden laadinta,
- merikuljetusten kehitysnusteiden laadinta,
- potentiaalisten syväsatamapaikkojen selvitys,
- merenkulun turvalaitteiden kehitysnusteen tekeminen ja
- ohjelmaan ehdolla olleiden väylien merenmittaukset, maaperätutkimukset, meriväyläsuunnittelu ja kuljetustaloudelliset selvitykset.

Selvityksessä todettiin useiden väylien syventämisen olevan erittäin kannattavaa. Etenkin sellaiset väylät, joita pitkin kuljetetaan suuria määriä hiiltä, öljyä, viljaa, raaka-aineraaleja, lannoitteita tai muita bulk-tuotteita, olisi kiireellisesti syvennettävä 11–15 m:n väyläksi.

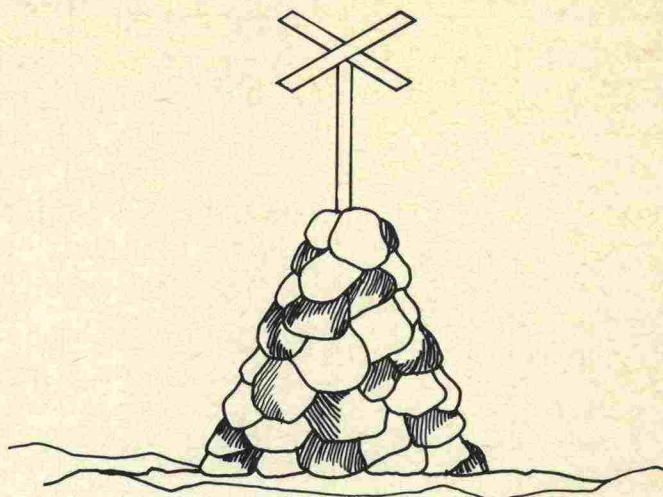
Kaikki ohjelmassa toteutettaviksi esitetyt väylien syvennyshankkeet ovat kuljetustaloudellisesti kannattavia. Meriväyläohjelmaan on otettu vain ne syvennyshankkeet, joista saadaan 20 / vuodessa kuljetuskustannussäästöjen muodossa yli 6 % reaalikorko investoitavalle pääomalle. Kauppamerenkulun väylien syvennyshankkeiden lisäksi ohjelmaan on otettu joitakin merenkulun turvallisuuden kannalta välttämättömiä parannushankkeita sekä vene- ja yhteysliikenteen vaatimia väylätöitä.

Koko meriväylien rakennusohjelman arvo vuoden 1982 hintatasossa on 600 milj. mk. Siitä on turvalaiteinvestointien osuus 40 % eli 240 milj. mk. Ohjelmaa on tarkoitus toteuttaa tasaisesti edistävänä koko 10-vuotiskauden ajan.

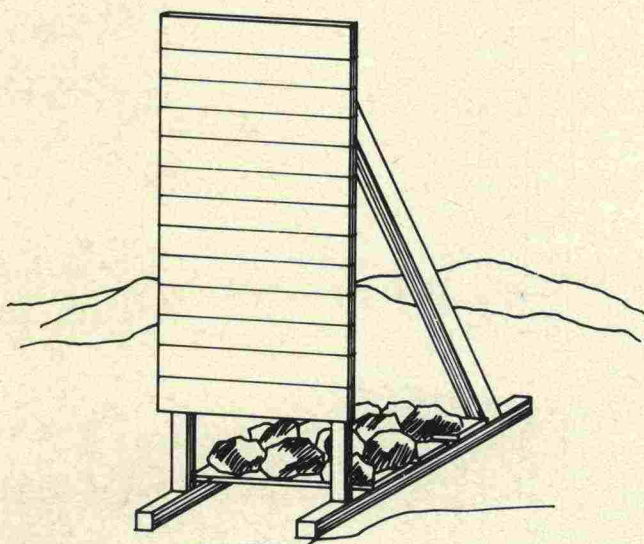
Kummelit



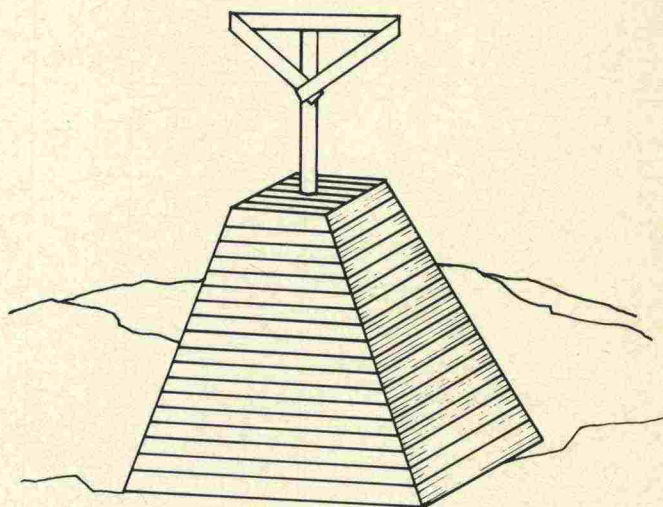
Kalkittu kivilatomus



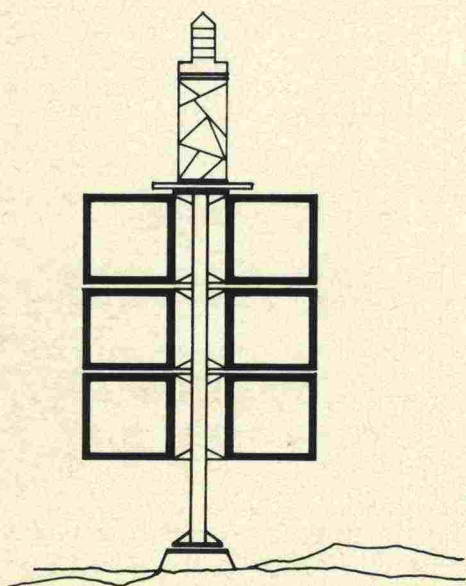
Puisella tunnusmerkillä
varustettu kivilatomus



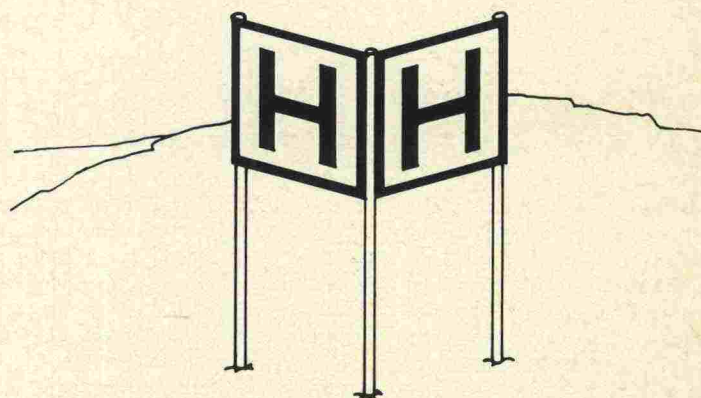
Valkoiseksi maalattu
puutaulu



Tunnuksella varustettu
valkoinen puurakennelma



Teräsrunkoon kiinnitetyt
Parawell-levykasetit



Tunnuksilla ja heijastavalla
kalvolla varustettu
liikennemerkkiopastetaulujärjestelmä



Väylähankkeet 1983 - 1992

RUOPPAUS- JA TURVALAITEINVESTOINTIEN YHDISTELMÄ 1983–1992
Mmk

HANKKEEN NIMI		Kust.arvio	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
HANKKEILLE KOHDISTAMATON RAHOITUS												
a) Tutkimukset ja suunnittelu	R	—	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	T	—	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
b) Pienehköt väylä- ja turval. työt	R	—	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	T	—	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
c) Turvalaitteiden vauriokorjaukset	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	—	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0
d) Nimeämättömät väylähankkeet	R	—	—	—	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
	T	—	—	—	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
OHJELMAHANKKEIDEN RAHOITUS												
e) Yhteysväylät	R	6,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	T	4,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
f) Veneväylät	R	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	T	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
g) Reunamerkit ja tutkamerkit	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	12,0	—	—	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
KESKENERÄISTEN HANKKEIDEN RAHOITUS												
1. Rannikkoväylä Pori–Kaskinen	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	2,0	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Talviväylä Helsingistä itään	9,0 m R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	8,4	2,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Pietarsaaren väylä	9,0 m R	11,7	5,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	2,8	1,0	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Haminan väylä	10,0 m R	4,0	2,7	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	7,5	2,8	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Tahkoluodon väylä	15,3 R	34,8	14,6	17,5	1,7	—	—	—	—	—	—	—
	T	6,4	1,4	1,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—
UUSIEN HANKKEIDEN RAHOITUS												
6. Norrlångvikin väylä	4,2 m R	3,5	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	0,3	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Loviisan väylä	8,0 m R	5,8	3,2	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	1,7	0,7	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
8. Suomen Leijonan majakka	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	5,6	2,6	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—
9. Ahvenanmaan väylä	15,3 m R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T	15,0	5,4	6,6	3,0	—	—	—	—	—	—	—
10. Rannikon proomuväylä	4,6 m R	2,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	—	—	—	—	—
	T	3,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	—	—	—	—	—
11. Tornion väylä	7,3 m R	1,8	—	1,2	0,6	—	—	—	—	—	—	—
	T	1,6	—	0,2	1,4	—	—	—	—	—	—	—
12. Sörnäisten väylä	11,5 m R	3,8	—	1,8	2,0	—	—	—	—	—	—	—
	T	2,1	—	0,1	2,0	—	—	—	—	—	—	—
13. Kokkolan väylä	11,0 m R	25,6	—	1,3	10,6	11,4	2,3	—	—	—	—	—
	T	6,7	—	—	0,5	2,1	4,1	—	—	—	—	—
14. Mäntyluodon väylä	9,0 m R	7,0	—	—	5,0	2,0	—	—	—	—	—	—
	T	5,0	—	—	1,0	4,0	—	—	—	—	—	—
15. Naantalin väylä	13,0 m R	27,5	—	—	7,0	7,0	9,0	4,5	—	—	—	—
	T	19,7	—	—	2,0	6,5	5,5	5,7	—	—	—	—
16. Kaskisten väylä	8,0 m R	0,6	—	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—
	T	2,4	—	—	—	2,4	—	—	—	—	—	—
17. Veitsiluodon väylä	7,3 m R	2,5	—	—	—	1,5	1,0	—	—	—	—	—
	T	1,5	—	—	—	0,5	1,0	—	—	—	—	—
18. Merikarvian väylä	4,0 m R	2,6	—	—	—	1,4	1,2	—	—	—	—	—
	T	1,4	—	—	—	0,4	1,0	—	—	—	—	—
19. Mussalon väylä	15,3 m R	7,0	—	—	—	—	4,0	3,0	—	—	—	—
	T	10,0	—	—	—	—	2,0	5,0	3,0	—	—	—
20. Paraisten väylä	7,5 m R	14,0	—	—	—	—	5,9	7,0	1,1	—	—	—
	T	3,0	—	—	—	—	—	0,1	2,9	—	—	—
21. Hangon väylä	12,0 m R	1,0	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—
	T	3,0	—	—	—	—	0,2	2,8	—	—	—	—
22. Isnäsin väylä	5,5 m R	2,5	—	—	—	—	—	2,5	—	—	—	—
	T	0,5	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—
23. Uudenkaupungin väylä	12,0 m R	25,0	—	—	—	—	—	7,4	10,6	7,0	—	—
	T	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24. Raahen väylä	9,5 m R	61,0	—	—	—	—	—	—	13,4	17,4	16,6	13,6
	T	8,0	—	—	—	—	—	—	2,0	3,6	1,4	1,0
25. Kihti–Isokari	10,0 m R	7,0	—	—	—	—	—	—	2,0	1,5	3,5	—
	T	%%,(—	—	—	—	—	—	2,5	4,5	3,0	1,0
26. Taalintehtaan väylä	8,0 m R	1,0	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—
	T	1,0	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	—
27. Vuosaaren väylä	11,0 m R	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	4,5
	T	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	3,5
28. Isokari Kajakulma Rauma	10,0 m R	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	1,0
	10,0 m R	10,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0
	T	7,6	—	—	—	—	—	—	—	—	2,7	—
YHTEENSÄ												
	R		35,0	32,3	35,0	32,5	33,6	33,5	36,7	37,0	35,7	33,2
	T		25,0	27,7	25,0	27,5	26,4	26,5	23,3	23,0	24,3	26,8